



TITLE:

磁気的性質(帯磁率)(物性研「稀薄合金におけるs-d相互作用」研究会)

AUTHOR(S):

長沢, 博

CITATION:

長沢, 博. 磁気的性質(帯磁率)(物性研「稀薄合金におけるs-d相互作用」研究会). 物性研究 1969, 11(5): 362-366

ISSUE DATE:

1969-02-20

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/86816>

RIGHT:

磁 気 的 性 質 (帯 磁 率)

物 性 研 長 沢 博

現在までに Kondo 効果による Spin Compensated State が, 実験された温度範囲内で, 実現していると考えられるいくつかの合金の例が知られている。これ等の例より判断すると, 当然他の稀薄合金の磁気的性質もこの Spin Compensated State の立場より考えなおす必要がある事と思われる。この様な立場より, non magnetic な母金属に磁気イオンが不純物として加えられた稀薄合金の実験例を広い範囲で取り上げて紹介した。以下そのまとめを述べるが, 具体的なデータ及び文献は研究会予稿集を参照されたい。

1) 帯磁率の温度変化

帯磁率の温度変化について, 現在までの実験事実は次の3つのグループに分ける事が出来る。

(a) 広い意味での Curie - Weiss の法則に従うもの

$$X = \frac{C}{T + \theta} \quad \text{と書ける。但しここで広義でとことわった訳は}$$

Weiss 温度 θ が非常に大きい場合 ($\theta \gg T$) 帯磁率は殆んど温度変化がない事となり Pauli の常磁性と区別がつかなくなるが, この場合も含むという意味で用いた。

例 Cu - (Ti, V, Cr, Mn, Fe*, Co, Ni,)

Au - (Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni,)

Ag - (Mn), Mg - (Mn), Zn - (Mn), Al - (Mn),

Ti - (3d), Zr - (3d), Hf - (3d), (Nb - Mo) - (Fe),

Y - (Ce)

* 注. Cu - Fe は X が発散する様にみえるデータがあるが試料が不完全の為であると思われる。

(b) 高温では Curie - Weiss の法則に従うが, 低温で帯磁率が C - W law より deviate して大きくなり, 一見 $T^{-1/2}$ より low power で発散する様にみえるもの

長沢 博

例 $\frac{\text{Rh}-(\text{Fe})}{\text{Mo}-(\text{Co})}$, $\frac{\text{Ir}-(\text{Fe})}{\text{Mo}-(\text{Co})}$

(c) Curie-Weiss の法則に全くあてはまらぬもの

例 $\frac{\text{Pd}-(\text{Cr})}{\text{Pd}-(\text{Cr})}$ この例では通常 $\Delta X_{\text{impurity}} = X_{\text{alloy}} - X_{\text{host metal}}$ で $\Delta X_{\text{impurity}} > 0$ であるのが $\Delta X_{\text{Cr}} < 0$

以上の結果からわかる様に母金属が遷移金属の場合母金属の電子状態が複雑な為に事情が異なるものもある様に思われる。

帯磁率の実験結果は昔からの膨大なデータの蓄積はあるが、s-d 相互作用の問題を取扱う時には、不純物濃度が、不純物間の相互作用がない位低濃度でなくてはならないが、 $\Delta X_{\text{imp}}/C$ に濃度変化がない事が、たしかめられている例は非常に少ない。 T_K が高いと思われる合金では結果が、全然変わる程の訂正はない事と思うが、特に T_K が低い M_n を不純物とした合金では、不純物濃度が PPM の order でなければ single impurity の帯磁率は得られないかと思われる。今後の実験をまつ事が多い。なお、 $\Delta X_{\text{imp}}/C$ が濃度依存性がない事がたしかめられている例にはアンダーラインで示している。

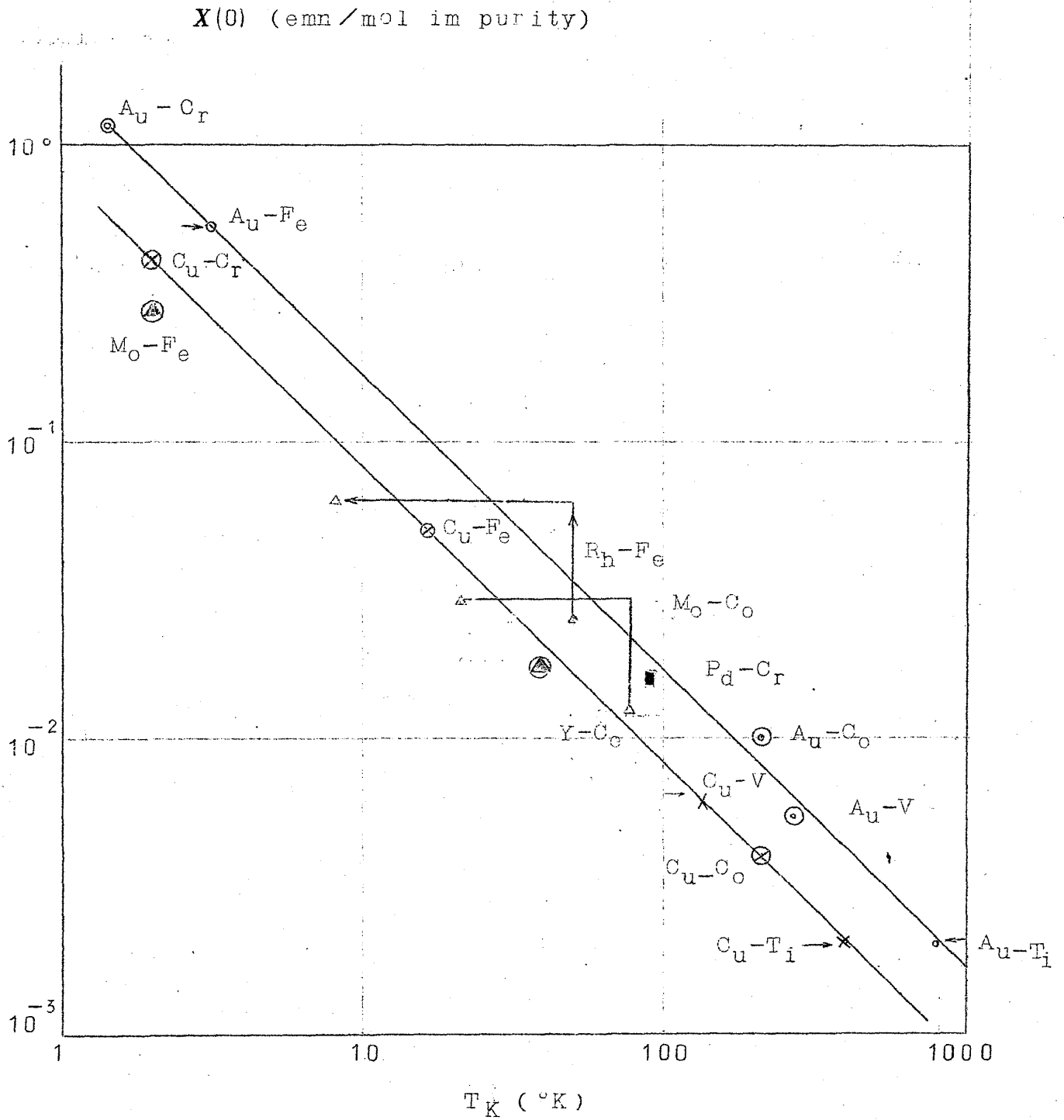
2) 0°K での帯磁率

Spin Compensated State の絶対零度での帯磁率については s-d 理論

からも $X(0) \sim \frac{\mu_p^2}{pT_K}$ である事が導かれているが、現在までの実験結果を外

挿して得られた $X(0)$ とその他の実験等より推定される T_K を図示すると次図のようになる。この図からみてわかる様に絶対零度の帯磁率はほぼ T_K^{-1} に比例している。但し理論では $S = \frac{1}{2}$ の場合のみ解かれていて、一般の S の場合にはまだ、解かれていない。実験は V, Cr, Fe, Co 等ほぼ $\mu_{\text{eff}} \cong 3 \sim 4 \mu_B$ 位のものが多い為にほぼ一本の線上にのっているのかもしれない。又 Cu base と Au base の合金で異なる結果を与えるのは、 μ_{eff} が Cu 合金では Au 合金にくらべて、小さい事と関係があるかもしれない。

なお、興味深いのは低温で Curie-Weiss の法則より、deviate する



第 1 図 実験より得られた $X(0)$ と T_K

長沢 博

グループの合金で，高温で0°Kに外挿した $X(0)$ と T_K ，又低温で0°Kに外挿した $X(0)$ と θ とが，ほぼ他の金属と同じ線上に近い点を与えることである。

又 $\Delta X_{Cr} < 0$ であるPd-Cr合金でも $|\Delta X_{Cr}|$ を考えると，結果は図の様になり，これも又妥当な値をとる事である。

3) 有効磁気モーメント

有効磁気モーメントは不純物濃度によりそれ程変化がない，この例はCu-Mn合金について研究会予稿集に示した。現在までの実験結果を表に示すと第一表の様になる。

第1表 有効磁気モーメント (μ_B)

母金属	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Ce
Cu		3.9	4.9	3.7	3~5	0	
Au	3.1	4.0	5.8	3.7	4.5	0	
Ag			5.6				
Cd			3.8				
Zn			3.9	0			
Mg			5.2				
Al	0	0	0	0	0		
Ti	0	0	3.5	0	0		
Zr	0	0.2	3.5	0	0		
Hf		1.7	3.8	0.7	0		
Nb	0	0		0	0		
Mo	0	0		2.1	2.7 (1.7)		
Rh		0		3.5 (2.1)	0		
Y							2.3

4) Weiss温度

Weiss 温度 θ はほぼ T_K と一致する事が知られているが， θ は不純物濃度

磁氣的性質 (帶磁率)

に依存する事が, T_K が低いもの (ex. Cu-Mn, Ag-Mn) ではみられるので, 不純物濃度によらない θ である事がたしかめられねばならない。まだこの意味で, 実験がたりないものには * 印がつけてある。

結果は第 2 表の様になる。

第 2 表 稀薄合金中の稀薄な極限での磁気不純物の帶磁率の Weiss 温度 ($^{\circ}\text{K}$)

母 金 属	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Ce
Cu		$< 4^*$	$\sim 0^*$	$20 \sim 30$	900		
Au	290	1.5	$\sim 0^*$		250		
Zn			$< 2^*$				
Mo				$< 2^*$	70		
Rh				~ 50			
Y							40

5) 磁 化

現在までに Spm Compensated State の外部磁場による影響を直接磁化により測定された例はないが, Mößbauer 効果 N.M.R. と比較する意味においても今後の研究が期待される。